第9卷 增刊　　　动 物 学 研 究　　　Vol.9, Sup.
1988年11月　　　ZOOLOGICAL RESEARCH　　　Nov., 1988

数值分类在金蝇亚科系统发育方面的探讨*

（双翅目：丽绳科）

梁醒财

（中国科学院昆明动物研究所）

关键词：金蝇亚科，系统发育，模糊聚类法

本文用三种数值分类方法，并以Hennig的分支分类方法作为对照，对金蝇亚科蝇类的属间系统发育进行剖析，其中模糊聚类法在国内是首次应用。

一、材料和性状分析

（一）外类群的选择

丽蝇科五个亚科中，粉蝇亚科性状特殊，与金蝇亚科形态上有较大差异，且分布于古北区，作为外类群不适合，故只能在其余三个亚科中选择。将除粉蝇亚科外的其余四个亚科列表比较其性状（见表1）。

从表1中可以看出，丽蝇亚科幼虫具有较多的原始性状，如后气门环完全，后气门钮存在，口咽器附骨的不存在或弱化等。因蝇的一生中，幼虫期较易保持祖先的原始性状，故选择幼虫的性状为主要的比较依据。又因外类群的选择，选择性状最原始的类群和性状最相近的类群是同样可行的（褚新洛等，1981），因此选择丽蝇亚科作为外类群。

（二）材料和性状分析

1.材料

锡蝇属*Ceylonomyia*——用A代表

微丽金蝇属*Microcalliphora*——用B代表

---

*本课题为中国科学院院长基金资助课题。承蒙刘次全先生在模糊数学应用上给予指导，何远辉同志帮助计算，谨至谢忱。

本文1986年12月18日收到，1988年1月8日修回。

表1 丽蝇科四亚科性状比较表

Comparison of 4 allied subfamily of Calliphoridae

亚科 Subfamily / 性状 Feature	丽蝇 Calliphorinae	伏蝇 Phormiinae	鼻蝇 Rhiniinae	金蝇 Chrysomyiinae
幼虫后气门环 ring of posterior spiracle of larvae	完全 whole	不完全 imcomplete	完全 whole	不完全 imcomplete
幼虫后气门钮 button of posterior spiracle of larvae	有 have	不明显 weak	有 have	无 no
幼虫口咽器附骨 accessory sclerite of larvae	无或很弱 weak or no	无 no	有 have	有 have
幼虫后气门区凹入 concave of posterior spiracle of larvae	较浅 shallow	较浅 shallow	较浅 shallow	较深 deep
成虫翅r脉上后方的刚毛 setulose of stem-vein of wing	无 no	有 have	有 have	有 have
成虫后背中鬃 posterior-dorso-central bristles	3—4	4—5	4—5	4—5
雄外生殖器 genitalia of male	正常 normal	特化 specialization	特化 specialization	特化 specialization
地理分布 distribution	世界性 world	全北区 palaearctic	主要在东洋区和非洲区 majority in orient and africa	热带、亚热带和非洲南部 tropic, subtropic and southern of temperate zone

裸金蝇属*Achaetandrus*——用C代表

金蝇属*Chrysomya*——用D代表

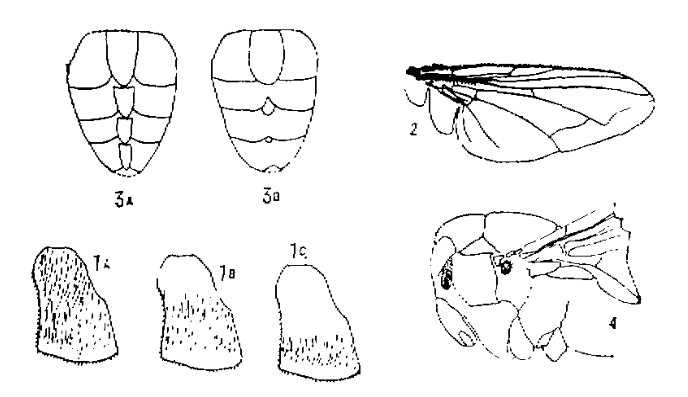
外类群金蝇亚科*Calliphorinae*——用X代表

2. 性状演化序列和演化趋势

（1）下腋瓣毛被面积由大到小，全部被毛（金蝇属）（图1 A）—→后部2/3被毛（裸金蝇属）（图1 B）—→后部约1/3被毛（微丽金蝇属、锡蝇属）（图1 C）。

（2）幼虫生活习性由腐生到寄生。腐生（金蝇属，个别种例外）—→兼性寄生（裸金蝇属）—→寄生为主（微丽金蝇属、锡蝇属）。

（3）体躯由大到小。体长10mm（金蝇属）—→8 mm（裸金蝇属）—→7 mm（微丽金蝇属）—→6 mm（锡蝇属）。



（4）腹侧片鬃1：1到0：1。1：1（金蝇属、微丽金蝇属、裸金蝇属）⟶0：1（锡蝇属）。

（5）地理分布由宽到狭。寒温带到热带（金蝇属）⟶温带到热带（裸金蝇属）⟶亚热带到热带（微丽金蝇属和锡蝇属）。

以上五个序列体现了本亚科蝇类由腐生生活到寄生生活，体躯由大到小，分布由广泛到狭隘的演化趋势。五个序列基本一致，都是金蝇属在始端，锡蝇属在末端，而裸金蝇属和微丽金蝇属则处于中间，并互有交替。

3.性状分析

因金蝇亚科中无化石记录，只能参照外类群和结合演化趋势来比较判断其祖征和离征。

（1）四个属的r脉沿上方均有一列明晰的小刚毛（图2），且腹部各腹板外露（见图3A，图3B不全外露），为本亚科所特有，故为共同离征。

（2）翅下大结节有立纤毛，在丽蝇科中为此亚科所特有，故为共同离征(图4)。

（3）下腋瓣外缘呈切截状凹入，后外方因之呈直角形（图5A），这种情况为本亚科所特有，故为共同离征。下腋瓣外缘呈圆弧状（图5B）。

（4）幼虫后气门区凹入较深，为本亚科所特有，故为共同离征。

（5）雌侧颜鬃（图6），有为祖征，无为离征。这是对一个姐妹群的二支而言，以下同。

（6）下腋瓣毛被，全部被毛为祖征，部分被毛为离征。

（7）侧尾叶长度，长于肛尾叶1/2为长（图7A），是祖征，短于肛尾叶1/2为短，是离征（图7B）。

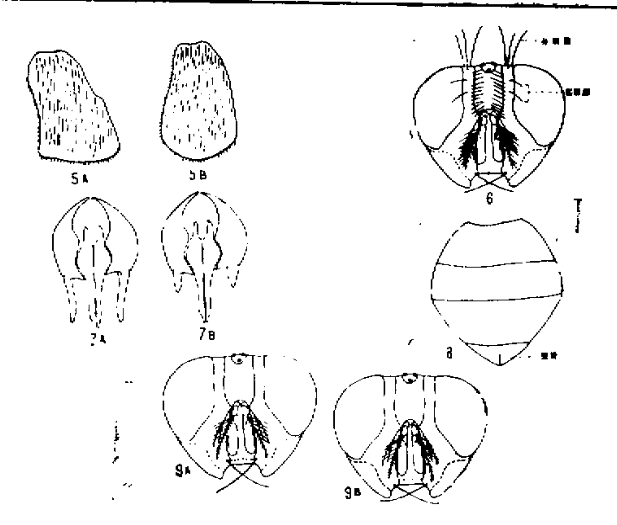
（8）幼虫生活习性，腐生为祖征，寄生为离征。

（9）雌第五背板纵裂缝（图8），无为祖征，有为离征，仅见于裸金蝇属。

（10）体长，大于7 mm为祖征，小于7 mm为离征。

（11）腹侧鬃1：1为祖征，0：1为离征。

（12）髭与口前缘的位置，稍上为祖征（图9A），水平为离征（图9B）。



(13) 分布，广泛分布为祖征，狭隘分布为离征。

(14) 雄外顶鬃（图6），无为祖征，有为离征。

二、方 法

(一) 模糊聚类法

将本亚科蝇类的四个属和外类群一起组成一个模糊集合$\underset{\sim}{S}=\{X, A, B, C, D\}$因在模糊集合中，性状分布是从0到1的闭区间，即和外类群性状全部一样的类群所具有的性状为1，而和外类群所具性状完全不一样的类群所具性状为1，而和外类群所具性状完全不一样的类群所具性状为0，则10个性状中，令每个性状代表0.1。将各类群所具性状列成模糊矩阵：

$$\underset{\sim}{S}=\begin{array}{c} \\ X \\ A \\ B \\ C \\ D \end{array}\begin{pmatrix} X & A & B & C & D \\ 1.0 & 0.4 & 0.5 & 0.4 & 0.9 \\ 0.4 & 1.0 & 0.5 & 0.6 & 0.3 \\ 0.5 & 0.5 & 1.0 & 0.5 & 0.4 \\ 0.4 & 0.6 & 0.5 & 1.0 & 0.3 \\ 0.9 & 0.3 & 0.4 & 0.3 & 1.0 \end{pmatrix}$$

用计算机计算，达到自洽，说明是模糊等价关系，因此该模糊集合$\underset{\sim}{S}=\{X, A, B, C, D\}$可以进行聚类分析。

取水平截集λ：

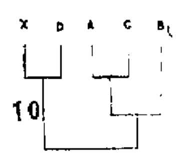
取λ = 1时，$\underset{\sim}{S}=\{X,\}, \{A,\}, \{B,\}, \{C,\}, \{D\}$

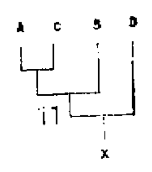
取 $\lambda=0.9$ 时，$\underset{\sim}{S}=\{X，D\}，\{A\}，\{B\}，\{C\}$

取 $\lambda=0.6$ 时，$\underset{\sim}{S}=\{X，D\}，\{A，C\}，\{B\}$

取 $\lambda=0.5$ 时，$\underset{\sim}{S}=\{X，D\}，\{A，C\}，\{B\}$

按照 λ 取值所得的顺序作图。当 λ 取 1 时，各单元是独立的，看不出相互间的亲疏关系；当 λ 取0.9时，可看出X和D有关系，先将二者连起；当 λ 取0.6时，则知A和C有关系，将二者连起；当 λ 取0.5时，则知B和其他四个单元都有关系，但因 B 和A、C间有较小的贴近度，所以将B和A、C相连，然后再和X、D相连，即得图10，再按习惯将图摆正（图11），即得金蝇亚科属间的系统发育图。





（二）用 Farris-Wagner 方法分析与计算

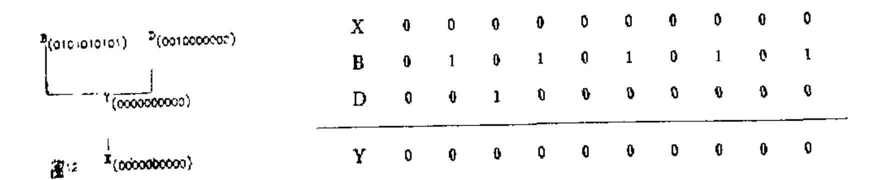
把数据列成矩阵

数　据　矩　阵(Matrix)

单元 taxa	性状 features									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0
B	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
C	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
D	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

1.以外类群X 为根

2.把任何二单元先连起，如图12。



X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
D	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

图12

3.把C连上，因共有三个间隔，所以可组成三个图形：

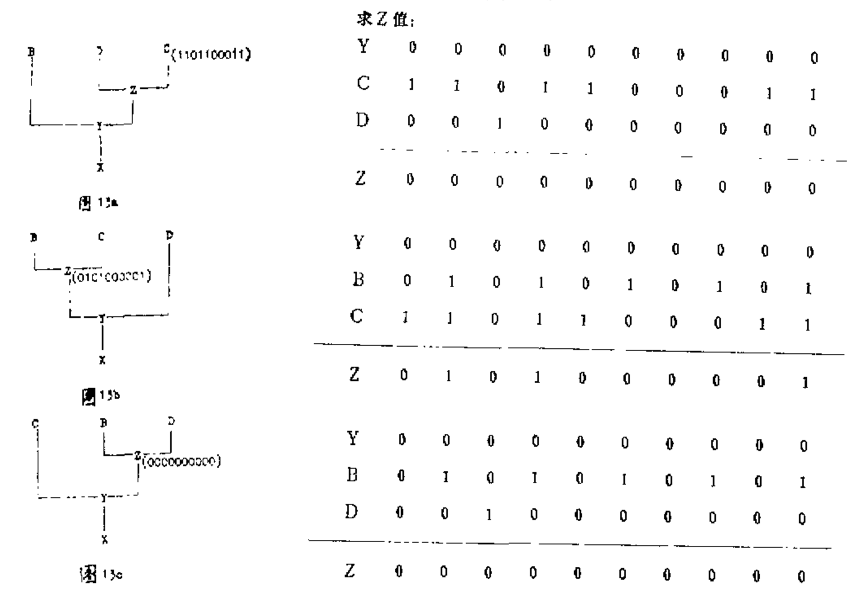


图13a

Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
D	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

图13b

Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
C	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
Z	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1

图13c

Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
D	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

只有图13 b 的值是新的，说明是一个新的邻居关系，所以只有图13 b 可以成立。

4.把A连上，共有 5 个间隔，所以可以组成五个图形：

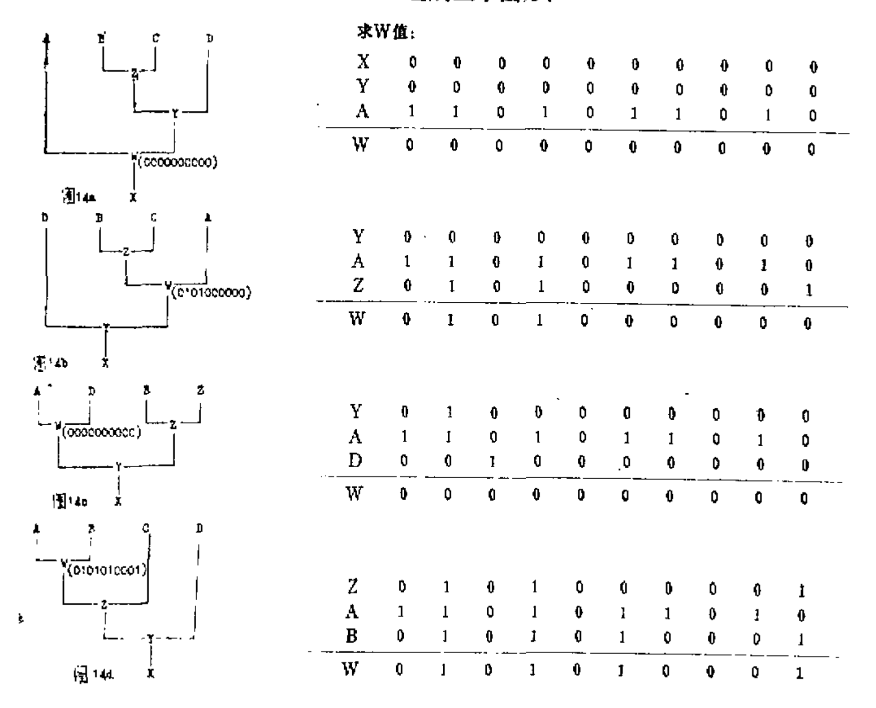


图14a

X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

图14b

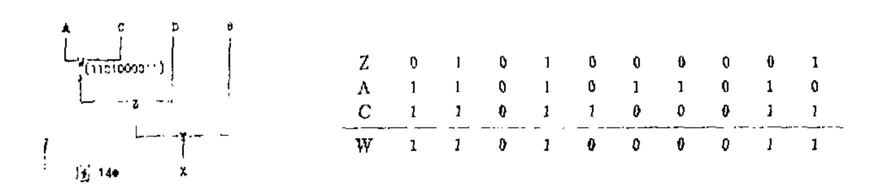
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0
Z	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
W	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0

图14c

Y	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
A	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0
D	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

图14d

Z	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
A	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0
B	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
W	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1



Z	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
A	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0
C	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
W	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1

从上面图的W值看，图14 d 和图14 e 的值是新的，两个图都可以成立。

（三）用Farris 方法计算

1.先计算各单元与祖单元间的差距。

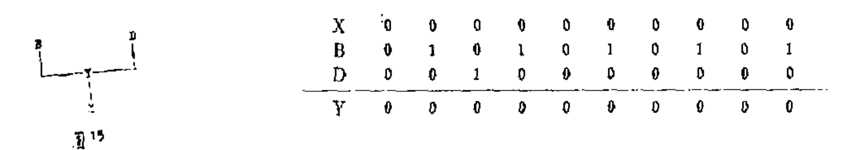
$$D\ (A,ANC)=\sum_i\left|X(A,i)-X(ANC,i)\right|=5$$

$$D\ (B,ANC)=\sum_i\left|X(B,i)-X(ANC,i)\right|=4$$

$$D\ (C,ANC)=\sum_i\left|X(C,i)-X(ANC,i)\right|=4$$

$$D\ (D,ANC)=\sum_i\left|X(D,i)-X(ANC,i)\right|=1$$

2.根据其差值，先将两个差距小的单元连起；因D的差值最小，B和C的差值是一样的，故可以在B、C中任选一个和D相连，然后计算其节值Y。



X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
D	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

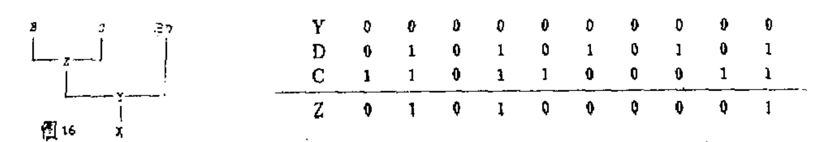
3.然后再把第三个单元C连上。因这时图中共有三个间隔，所以须求出这三个间隔与第三个单元的差距，然后才能决定连在那个间隔上。

$$D[C,\ INT(Y)]=\frac{D(C,Y)+D(C,ANC)-D(Y,ANC)}{2}=\frac{6+6-0}{2}=6$$

$$D[C,\ INT(B)]=\frac{D(C,B)+D(C,Y)-D(B,Y)}{2}=\frac{(6-5)+(6-0)-(5-0)}{2}=1$$

$$D[C,\ INT(D)]=\frac{D(C,D)+B(C,Y)-D(D,Y)}{2}=\frac{(6-1)+(6-0)-(1-0)}{2}=5$$

三个间隔中，以B的差距最小。应与B相连，作图，然后计算其节值Z。



Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
C	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
Z	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1

4.最后把第四个单元A连上。因这时共有五个间隔，所以须求出这五个间隔与第四个单元的差距，方能决定连在那个间隔上。（见图14a至14e）。

a． $D[A, INT(Y)] = \frac{D(A,Y)+D(A,X)-D(X,Y)}{2} = \frac{(6-0)+(6-0)-(0-0)}{2} = 6$

b． $D[A, INT(Z)] = \frac{D(A,Z)+D(A,Y)-D(Y,Z)}{2} = \frac{(6-3)+(6-0)-(0-3)}{2} = 6$

c． $D[A, INT(D)] = \frac{D(A,D)+D(A,Y)-D(D,Y)}{2} = \frac{(6-1)+(6-0)-(1-0)}{2} = 5$

d． $D[A, INT(B)] = \frac{D(A,B)+D(A,Z)-D(B,Z)}{2} = \frac{(6-5)+(6-3)-(5-3)}{2} = 1$

e． $D[A, INT(C)] = \frac{D(A,C)+D(A,Z)-D(C,Z)}{2} = \frac{(6-6)+(6-3)-(6-3)}{2} = 0$

从计算知，C的值最小，所以A应该与C相连，因此金蝇亚科属间的系统发育图应是图14e。

（四）Hennig的分支分类方法

用分支分类方法作图，得图17。

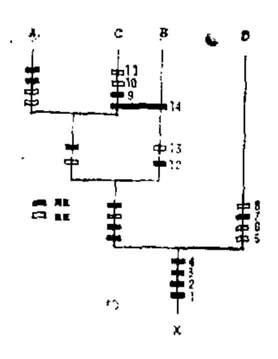


图17　金蝇亚科四个属的系统发育图

The phylogeny diagram of Chrysomyiinae

数字代表性状：1、r脉刚毛，2、翅下大结节立纤毛，3、下腋瓣外缘，4、幼虫后气门区凹入，5.雌侧额鬃，6.下腋瓣毛被，7.侧尾叶长度，8.幼虫生活习性，9.雌第五背板纵缝，10.体长，11.腹侧鬃，12.鬃的位置，13.分布，14.雄外顶鬃。

三、结果与讨论

用四种方法分析所得的结果是一致的，所不同的是前三种方法是进行数据分析，所得的结果比较客观，而第四种方法是直观分析，不够客观。

前三种方法中，第一种方法即模糊聚类法，编有程序可以计算模糊矩阵，当取水平

截集λ值时，可以用手算，也可以在计算机上分析，因此非常简便。第二种方法亦较简便，但遇到单元多时，则易同时有几种接法，不好确定。第三种方法用公式计算，可以准确算出新的接点应在那里，但稍嫌繁冗。

从图11、图14e 和图17都可以看出，金蝇属与锡蝇属的亲缘关系最远，而裸金蝇属与锡蝇属的亲缘关系最近，微丽金蝇属次之。

参 考 文 献

甘运兴　1958　中国的金蝇　昆虫学报　8（4）：340—350。

甘运兴　1980　中国金蝇亚科幼虫研究　动物学研究　1（2）：179—196。

范滋德　1965　中国常见蝇类检索表　科学出版社。

朱弘复　1984　中国蝙蝠蛾属支序分类（鳞翅目：蝙蝠蛾科）动物分类学报　9（4）：397—401。

褚新洛等　1981　动物的系统发育系统　动物学杂志（1）：56—63。

褚新洛等　1982　褶鮡属鱼类的系统发育及二新种的记述　动物分类学报　7（4）：428—437。

薛大勇、朱弘复　1985　尺蛾科亚科系统的支序分析　研究生院学报　2（2）：176—188。

Farris, J. S. 1970 Methods for computing Wagner trees. *Syst. Zool.* 19：83—92.

————1972 Estimating phylogenetic trees from distance matrices. *Am. Nature* 106：645—668.

Farris J. S. *el al.*, 1970 A numerical approach to phylogenetics systematics. *Syst. Zool.* 19：172—189.

H. Ishijima, 1967 Revision of the third stage larvae of synanthropic flies of Japan (Dipt.: Anthomyiidae, Muscidae, Calliphoridae &, Sarcophagidae) *Jap. J. Sanit. Zool.* 18：（2—3）：47—100.

Quentin D. Wheeler 1986 Character Weighting and Chadistic Analysis. *Syst. Zool.* 35（1）：102—109.

EXPLORE OF THE NUMERICAL METHODS ON THE PHYLOGENY OF THE SUBFAMILY CHRYSOMYIINAE (DIPTERA: CALLIPHORIDAE)

Liang Xingchai

(Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica)

This paper deals with the phylogeny of four geners of Chrysomyiinae, viz, *Ceylonomyia*, *Achaetandrus*, *Microcalliphora* and *Chrysomya*, each taxon denoted by an alphabet, A, B, C, D respectivly. Ten characters are used in analysis and each with a numerrical notation, ie., 5—14. Calliphoriinae serves as the out-group which will aid in polarizing the characters used in the analysis and it is indicated by X. The plesiomorphic and apomorphic traits are listed as a results in comparison with the out-group.

Three numerical methods are nsed for coustructing cladogram. Meanwhile, Hennig's method for constructing cladogram is also applied. Three numerical methods formulated cladogram are completely congruent with Hennig's method.

On the other hand, the author puts special emphasis on the close ties between ecological habits and morphological derivations. The evolutionary trend is proceeding towords parasitic life in the subtropical and tropical areas.

Key words: Chrysomyiinae, Phylogeny, Fuzzy-Assemble method